

Inversión, progreso técnico y crecimiento económico. Más allá de Hussein y Thirlwall*

Investment, Economic Growth and Technical Progress.
Beyond Hussein and Thirlwall

José Reyes Bernal Bellón¹

Resumen

Este trabajo sobre crecimiento económico, presenta una modificación al teorema fundamental de Harrod al incluirle el cambio técnico. El nuevo teorema tiene su soporte en la determinación de la renta según los postulados de Kalecki. Este teorema se comprueba empíricamente a través de la metodología data panel para 88 países en dos versiones: una, se realiza una estimación entre la tasa de crecimiento de la economía, la tasa de inversión y el crecimiento de las importaciones como variable proxy al cambio técnico. Dos, relaciona la propensión marginal a invertir dividida por la relación marginal capital producto más el cambio técnico. Se concluye que el teorema modificado determina la tasa de crecimiento de la economía y que las importaciones juegan un papel decisivo en la determinación de la tasa de crecimiento de la economía.

Palabras clave: crecimiento económico, propensión marginal a invertir, cambio técnico.

* Este trabajo forma parte de la tesis doctoral «Crecimiento económico: un punto de vista heterodoxo».

¹ PhD en Ciencias Económicas Universidad Nacional de Colombia. Profesor Universidad Santo Tomás y Universidad de La Salle. Correo electrónico josereyes@usantotomas.edu.co.

Fecha de recepción: 19 de mayo de 2008; fecha de aceptación: 2 de septiembre de 2008

Abstract

The present document is about the economic growth which has introduced a modification to the fundamental theorem of Harrod to include technical change. The new theorem is supported by the determination of income according to the expositions of kalecki. This theorem is checked empirically through the data methodology panel to 88 countries in two versions: One, an estimate is made between the rate of growth of the economy, the investment and import growth as a variable proxy to technical change. Two, relates the marginal propensity to invest divided by the ratio marginal capital product more technical change; it had concluded that the modified theorem determines the rate of growth of the economy and that imports play a decisive role in determining the rate of growth of the economy.

Key words: Economics growth, marginal propensity to investment, technological change.

Clasificación JEL: E22, O39, O57

1. Introducción

Hussein y Thirlwall (2000), argumentan que el modelo AK de la nueva teoría del crecimiento endógeno no es más que la ecuación Harrod-Domar y hacen una comprobación empírica para 88 países estimando esa ecuación. La estimación supone que la tasa de crecimiento de la economía es una función de la tasa de inversión, es decir, que $G_y = F(I/Y)$. Los autores encuentran positiva y muy significativa esta relación para los 88 países como para Asia, África, los países de la OCDE y Latinoamérica.

Parte de la nueva teoría del crecimiento endógeno soporta la relación lineal existente entre la tasa de crecimiento del producto y el capital como lo señala Easterly (1997), Romer (1990) y Rebelo (1991). Así mismo, el modelo AK ha sido utilizado en trabajos empíricos como es el caso de E. McGrattan (1998), Kotlikoff (1998), Boucekkine, Lisandro, Puch y Del Rio (2002) y Dajin Li (2002), entre otros.

El propósito de este trabajo es presentar una modificación al teorema fundamental de Harrod al incluir el cambio técnico y

comprobar empíricamente esta propuesta. El trabajo consta de una breve introducción. La segunda parte corresponde al planteamiento del teorema fundamental de Harrod y en la tercera sección se modifica dicho teorema al incluirse el cambio técnico. En la cuarta sección se hacen las estimaciones pertinentes y se finaliza con las conclusiones del trabajo en la quinta sección.

2. El teorema fundamental de Harrod

La ecuación fundamental de Harrod (1966) parte de la igualdad entre la inversión (I) o las variaciones en el capital y el ahorro, es decir, $I = \Delta K = S = sY$. Igualmente, establece la relación marginal capital producto como $C = \Delta K / \Delta Y$, es decir, establece que la inversión depende de cambios en las variaciones en el producto. Con base en estas ecuaciones deriva su ecuación que representa una senda de crecimiento, así:

$$G_y = \frac{s}{C} \quad (1)$$

Donde G_y es la tasa de crecimiento observada, s es la tasa de ahorro y C es la relación marginal capital producto que puede o no dejar satisfechos a los capitalistas cuando realizan una inversión. Más exactamente, Harrod argumenta que esa ecuación es una versión dinamizada del hecho de que la inversión es siempre y necesariamente igual al ahorro.

Adicionalmente, Harrod plantea que la economía puede lograr una senda dinámica de crecimiento cuando los inversionistas quedan completamente satisfechos con sus decisiones de inversión. A esa tasa de crecimiento, Harrod la denomina tasa de crecimiento garantizada, la cual no es analizada en este trabajo.

Siguiendo a Hussein y Thirlwall, el teorema fundamental de Harrod o modelo Harrod-Domar, no es más que el modelo AK de la nueva teoría del crecimiento que refleja la relación lineal entre crecimiento e inversión. Partiendo de $Y = AK$ y aplicando variaciones y dividiendo por Y se obtiene la siguiente

expresión: $\frac{\Delta Y}{Y} = A^* \frac{\Delta K}{K}$ que es igual a: $G_y = A^* \frac{I}{Y}$

que muestra claramente la relación entre crecimiento (G_y) y la tasa de inversión I/Y . La anterior ecuación puede expresarse también como:

$$\Delta y = \frac{1}{c} I + aY$$

De esta ecuación, S/Y es la tasa de ahorro y así se llega a la famosa ecuación Harrod-Domar. Si se asume que A es la productividad marginal del capital y su inverso es la relación marginal capital producto (C) del teorema de Harrod, volvemos a la ecuación (1) descrita anteriormente. En la siguiente sección se introduce dentro del teorema de Harrod el cambio técnico siguiendo los postulados de la teoría kaleckiana.

3. El modelo de Harrod modificado

El modelo que a continuación se presenta asume los mismos supuestos del modelo de Harrod con una leve modificación. Dentro de este modelo se hace explícito el comportamiento del cambio técnico dentro de las ecuaciones fundamentales.

Un aspecto poco o nada tratado en el modelo de crecimiento de Harrod, hace referencia al análisis de la productividad total de los factores (PTF) o cambio técnico. Harrod plantea que hay una parte del crecimiento del producto que es explicada por el progreso técnico, la cual la asume como una tasa de crecimiento exógena.

En la literatura reciente sobre crecimiento endógeno, se involucra la PTF como un factor que depende de una serie de variables como son los factores institucionales, la organización del mercado, los aspectos macroeconómicos, los conflictos sociales, etc. Hoy en día, existe un consenso sobre la importancia de la productividad como fuente de crecimiento. Estudios como los de Prescott (1997) reafirman esta posición, argumentando que el estudio sobre esta variable aún es muy precario pero que su importancia se refleja en el hecho de que este factor explica más del 60% del crecimiento económico en los países desarrollados y cerca del 40% en los del Tercer Mundo.

Una de las propuestas alternativas para modificar el modelo teórico de Harrod se sustenta en Kalecki (1976), quien propone que la variación del ingreso ΔY de un año a otro, depende en primera instancia del efecto productivo de la inversión (I). Si se denota por C a la relación marginal capital producto, entonces el efecto de la inversión será la multiplicación de $(1/C)$ por la inversión, es decir, $(1/C) * I$.

Kalecki también argumenta que existe una tendencia a que el crecimiento del ingreso nacional provenga de mejoras en la utilización del equipo productivo o mejoras en la organización del trabajo o en un uso más racional de las materias primas, etc.; en definitiva, el crecimiento del ingreso dependerá del progreso técnico. Las implicaciones de estos hechos se convierten en un aumento en el ingreso nacional en la fracción $a^* Y$.

Con base en las consideraciones anteriores, se llega a la siguiente fórmula para el crecimiento del ingreso nacional:

$$\Delta y = \frac{1}{c} I + aY \quad (2)$$

si se divide esa ecuación por Y , se obtiene:

$$G_y = \frac{S}{C} + a \quad (3)$$

Se denota G_y a la tasa de crecimiento del ingreso DY/Y . Ahora, por el equilibrio macroeconómico donde el ahorro es igual a la inversión, respectivamente se tiene $S = I$ y como porcentaje del ingreso nos da que $S/Y = I/Y$. Denotando S/Y por (s) , se llega a la ecuación modificada de Harrod y se tiene:

$$G_y = \frac{s}{C} + a \quad (4)$$

La ecuación (4) implica que la tasa de crecimiento del ingreso es igual a la tasa de ahorro dividida por la relación marginal capital producto, más el crecimiento del adelanto tecnológico o innovaciones tecnológicas o progreso tecnológico.

Kalecki argumenta que el coeficiente (a) permanece constante si todos los adelantos o progresos se dan a una tasa uniforme siempre y cuando la capacidad productiva esté plenamente ocupada. De no ser así, este coeficiente podrá cambiar a través del tiempo y dependerá de la relación entre la demanda y la capacidad productiva.

Kalecki (1976, pp. 31-34) supone que la productividad en las fábricas que entran en operación crece a una tasa constante, es decir, que de un año a otro este crecimiento de la productividad del trabajo puede ser expresado como $(1 + \alpha)$. Así mismo, el crecimiento de la nueva producción deberá estar dado por $(1 + G_y)$ porque la tasa de inversión se incrementa a una tasa anual constante si se mantiene la relación capital producto constante. En este sentido, tanto la productividad como el crecimiento de la producción, aumentan a tasas constantes en las nuevas fábricas que entran en funcionamiento, por tal razón, el crecimiento de la ocupación también deberá crecer a la misma tasa. Formalmente se podría escribir el crecimiento de la ocupación como $(1 + \epsilon)$, que debe ser igual a la relación entre el crecimiento de la producción y el crecimiento de la productividad, es decir, que $(1 + \epsilon) = (1 + G_y) / (1 + \alpha)$. Se observa, entonces, que el crecimiento de la economía queda determinado por la suma de la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo y la tasa de crecimiento de la ocupación,

pero a que es la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo, estará determinada por el progreso técnico. En consecuencia, de la ecuación (4), el progreso técnico " a ", que crece a una tasa constante, queda representado por la relación constante entre el crecimiento de la productividad del trabajo y el crecimiento de la producción, es decir, $(1 + \alpha) / (1 + G_y)$.

De acuerdo con lo anterior, Kalecki hace explícito la introducción del cambio técnico o progreso tecnológico (a) , y demuestra que este progreso técnico debe aumentar la productividad del trabajo, de tal manera que el crecimiento de la economía sea la suma de la tasa de crecimiento de esa productividad y la tasa de crecimiento de la población como lo había planteado Harrod.

El componente adicional en la ecuación fundamental es " d ", que comprende los incrementos en la tasa de crecimiento del producto debido al cambio técnico si existe pleno empleo en la economía. Si no existe pleno empleo, como es el caso de los países en vías de desarrollo, entonces el coeficiente " d " dependerá de la capacidad productiva, es decir, de la brecha entre la producción efectiva y la producción potencial. Por tanto, el crecimiento dependerá de la posibilidad de que las empresas encuentren nuevos mercados y puedan vender sus productos; en otras palabras, que la demanda del mercado reaccione, bien sea tanto la demanda interna como la demanda externa. De esta forma, una mayor demanda conducirá a una tasa mayor de crecimiento de la economía, aún cuando la relación entre la tasa de ahorro y la relación marginal producto no se modifiquen, un supuesto que desde luego es un muy fuerte.

4. Validación empírica de la relación entre inversión, cambio técnico y crecimiento

La validación empírica de la tasa del teorema fundamental de Harrod y la tasa de crecimiento modificada de Harrod, se hace con base en la información de la Penn World Table de Summers, Heston y Aten de 2002 para 88 países con información comprendida entre 1970 y 1996. El ejercicio empírico se hace continentalmente, es decir, se aplica el teorema de Harrod para Asia, África, los países de la OCDE, y Suramérica.

El parámetro " a " en la ecuación 4 es un dato teórico del cambio técnico o del coeficiente de la capacidad instalada. El cambio técnico es complejo de hallar sobre todo para los países del estudio, al igual que el coeficiente de la capacidad instalada. Por esta razón, una *proxy* del cambio técnico, sería la importación de bienes de capital, pero dado que en la información de la Penn World Table no aparece este grado de desagregación, se ha tomado el crecimiento de las importaciones. Tomar el total de importaciones implica que el cambio técnico puede ser originado por la importación de bienes de consumo e intermedios y, por supuesto, de la importación de bienes de capital. Es posible que la importación de bienes de consumo e intermedios jalene el cambio técnico mediante la copia de este tipo de bienes y desarrollo de tecnología para su producción. Desde luego, esta es una hipótesis que debería ser comprobada y merece otro estudio.

Por el momento se asumirá que el crecimiento total de las importaciones le pega positivamente al crecimiento de la economía y que este impacto refleja el cambio técnico.

En primer lugar y siguiendo a Thirlwall y Hussein, se presenta a continuación una estimación entre la tasa de crecimiento de la economía versus el modelo modificado de Harrod en el que se incluye el cambio técnico. Esta estimación supone que la tasa de crecimiento de la economía es una función tanto de la tasa de inversión como de las importaciones como variable *proxial* cambio técnico. Formalmente se tiene que $Gy = F(I/Y, a)$. Las estimaciones se harán data panel con efectos fijos, tanto en sus niveles como en logaritmos. Los resultados de esta estimación se encuentran relacionados en el Cuadro 1 que se presenta a continuación.

Cuadro 1. Crecimiento económico, inversión y crecimiento de las importaciones.
Datos anuales 1970-1996.
Variables en niveles y logaritmos

Región	EC. No.	VAR. DEP	INDEP C	I	a	LI	La	R ²	DM	F
88 países	No. 1	Gy	1.675	0.121	0.079			0.18	1.98	4.5
	Est. T.		4.06	5.53	2.21					
	No. 2	LGy	0.483			0.494	0.385	0.52	1.6	12.5
	Est. T.		2.81			7.2	24.7			
OCDE 27 países	No. 3	Gy	-1.573	0.226	0.194			0.5	1.8	12.4
	Est. T.		-2.41	8.04	3.21					
	No. 4	LGy	-0.872			0.787	0.492	0.55	1.6	11.2
	Est. T.		-1.9			5.33	14.1			
Ser. A. 11 países	No. 5	Gy	0.411	0.198	-0.319			0.33	1.9	3.4
	Est. T.		0.34	7.58	-1.9					
	No. 6	LGy	-0.467			0.81	0.214	0.43	1.65	2.73
	Est. T.		-0.677			3.134	3.451			
Asia 19 países	No. 7	Gy	1.965	0.338	-0.31			0.28	1.95	2.5
	Est. T.		6.366	3.963	-0.253					
	No. 8	LGy	0.809			0.413	0.375	0.56	1.7	5.4
	Est. T.		1.192			1.811	9.822			
África 24 países	No. 9	Gy	1.912	0.891	0.533			0.18	2.1	2.6
	Est. T.		3.061	1.988	4.565					
	No. 10	LGy	0.851			0.356	0.481	0.57	1.51	6.7
	Est. T.		3.346			3.392	12.34			

Nota: Est T = estadístico T
Todas las variables son significativas al 99%.

Los resultados del Cuadro 1 muestran que la estimación de la productividad del capital y la elasticidad del producto a las importaciones, son altamente significativas tanto para los 88 países analizados como para Asia, África, los países de la OCDE y Suramérica. Estos resultados son mucho más sólidos que los obtenidos por Hussein y Thirlwall, sobre todo si las estimaciones se hacen en logaritmos.

En la ecuación 2 se muestra que el 52% de la varianza entre el crecimiento de los países está relacionada con la diferencia en las tasas de inversión y de las importaciones expresadas en logaritmos. Los coeficientes de la regresión son significativos al 99,9% e indica una productividad del capital del 43,4% y de una sensibilidad del crecimiento a las importaciones del 38,5%.

Del Cuadro 1 también es claro que la significancia de la inversión y del crecimiento de las importaciones explican las

diferencias en crecimiento entre países y entre regiones y aun entre países de una región. Por ejemplo, la productividad del capital es más del doble en los países de la OCDE que en África (78% de la OCDE frente al 35% de África) y casi el doble con Asia, mientras que Suramérica tiene una productividad ligeramente mayor que los países de la OCDE y muy alta frente a Asia y África. Estos mismos resultados fueron encontrados por Thirlwall, pero en este trabajo se verifica también la alta significancia de las importaciones para el crecimiento.

El crecimiento de las importaciones (expresadas en logaritmos) tiene un nivel de significancia del 99,9%, e indica una sensibilidad del crecimiento del 40% tanto en África como en los países de la OCDE, mientras que en Suramérica es la mitad, un 21%. Esto podría explicarse, como se dijo anteriormente, porque los países de Suramérica no son importadores de tecnología y por el contrario sus importaciones son de bienes de lujo.

El segundo método de verificación se llevó a cabo también por medio de una estimación data panel. El cuadro 2 muestra las estimaciones entre la tasa real de crecimiento y el teorema fundamental de Harrod y su modificación. En este caso, se plantea que la propensión marginal a ahorrar es igual a la propensión marginal a invertir. Así, la tasa de crecimiento ampliada de Harrod podría plantearse como la propensión marginal a invertir, dividida por la relación marginal capital producto más el crecimiento de las importaciones:

$$G_y = \frac{i}{C} + a \quad (5)$$

En esta ecuación i es la propensión marginal a invertir. El cuadro 2, en la siguiente página, ofrece los resultados de la estimación.

Los resultados del Cuadro 2 son bastante sólidos. En este caso, la propensión a invertir determina la tasa de crecimiento de la economía. Los coeficientes de la ecuación de Harrod son estadísticamente significativos. Asimismo, el crecimiento de las importaciones es una variable significativa para explicar el crecimiento económico. En general, tanto a nivel de toda la muestra, como regionalmente, las variaciones en la tasa de crecimiento de la economía están explicadas en más del 97%

por las variables en mención. De igual manera, la significancia del crecimiento de las importaciones es del 99%, al igual que la relación entre la tasa de inversión y la relación marginal capital producto.

Conforme a este contexto, se podría predecir que una propensión marginal a invertir más alta conlleva a un mayor crecimiento, pero desde luego, con una mayor calidad de esa inversión reflejada en la relación marginal capital producto. No es lo mismo invertir ochocientos millones en una finca para descanso que los ochocientos millones en una actividad productiva real que genere empleo y valor agregado.

5. Conclusiones

Se mostró que el modelo de Harrod fue modificado y que este tiende a determinar el crecimiento de las economías. Tanto en la comprobación de la tasa de inversión como en la propensión marginal a invertir, divididas por la relación marginal capital producto y, por medio de las respectivas estimaciones se observó la aplicabilidad del modelo en mención. La evidencia mostró que la relación entre crecimiento, inversión y cambio técnico, representado en las importaciones se cumple en los 88 países de la muestra, al igual que se verificó el mismo resultado por regiones. En general, tanto a nivel de toda la muestra, como regionalmente, las variaciones en la tasa de crecimiento de la economía son explicadas en más del 97% por las variables en mención. De igual manera, la significancia del crecimiento de las importaciones es del 99%, al igual que la relación entre la tasa de inversión y la relación marginal capital producto.

Igualmente, se demostró que el crecimiento de las importaciones, que es una variable *proxí* del cambio técnico, juega un papel decisivo y positivo en el crecimiento económico a través, posiblemente, del ingreso de tecnología y la diversidad de productos que permiten la copia o reproducción y la innovación. Las estimaciones del modelo modificado de Harrod son bastante sólidas, mucho más que los resultados encontrados por Thirlwall y Hussein, quienes solamente estiman la relación entre crecimiento y la tasa de inversión.

Cuadro 2. Verificación del modelo de Harrod y del modelo modificado. Datos anuales 1970-1996.

REGIÓN	EC No.	V. DEP	C	i/C	a	R2	DW	F
88 países	No. 1	Gy	0,0647	0,9881		0,97	1,83	656,8
	Est T.		9,05	216,9				
	No. 2	Gy	0,0327	0,9852	0,005	0,97	1,83	650,8
	Est T.		4,92	239,3	19,9			
OCDE 27 países	No. 3	Gy	0,0116	1,0388		0,98	1,9	5580,9
	Est T.		1,53	186,1				
	No. 4	Gy	-0,0328	1,0271	0,036	0,99	1,91	5473,3
	Est T.		-2,89	164,7	7,08			
Sur A. 11 países	No. 5	Gy	0,0412	1,0095		0,99	1,84	915,1
	Est T.		8,69	153,5				
	No. 6	Gy	-0,018	0,9819	0,068	0,98	1,85	888,6
	Est T.		-0,66	66,1	6,43			
Asia 10 países	No. 7	Gy	0,0862	0,9954		0,99	1,66	927,1
	Est T.		3,58	72,8				
	No. 8	Gy	-0,0204	1,0201	0,038	0,99	1,69	904,5
	Est T.		-0,63	82	3,86			
África 24 países	No. 9	Gy	0,1197	0,9279		0,97	1,91	415,3
	Est T.		6,71	84,9				
	No. 10	Gy	0,0829	0,9328	0,047	0,97	1,91	406,9
	Est T.		2,9	78,6	4,51			

Las Variables son significativas al 99%.

Est T = estadístico T.

Referencias

- Alan Heston, Robert Summers and Bettina Aten, *Penn World Table Version 6.1*, Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania (CICUP), October 2002.
- Bouccekine, Licandro, Puch y Del Rio, (2002), *Vintage Capital and the Dynamics of the AK Model*, European University Institute, Department of Economics.
- Easterly W. (1997), *The Gost of Financing Gap: How the Harrod_Domar Growth Model Still Haunts Development Economics*, World Bank.
- (1999), "The gost of Financing Gap: Testing the Growth Models Used in the Internal Financial Institutions", en *Journal of Development Economics*.
- Harrod R. F. (1966), *Hacia una economía dinámica*, Editorial Tecnos, S. A.
- Hussein K. y Thirlwall A. (2000), The AK model of New growth theory is the Harrod-Domar growth equation: investment and growth revisted", en *Journal of post Keynesian Economics*, v. 22, n. 3.
- Kalecki M. (1976), *Economía socialista y mixta*, Fondo de Cultura Económica.
- Kotlikoff L. (1998), *The AK Model- Its Past, Present, and Future*. National Bureau Of Economic Research, Cambridge, Economics, University of Oslo P.O.
- Li Dajin. (2002), "Is the AK model still alive? The long-run relation between growth and investment re-examined", en *Canadian Journal of Economics*, v. 35, n. 1.
- McGrattan E. (1998), "A Defense of AK Growth Models", en *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, v. 22, n. 4.
- Prescot E. (1997), "A Theory of total factor Productivity", en *Federal Reserve Bank of Mineapolis*.
- Rebelo, S. (1991), "Long-run Policy Analysis and Long-run Growth", en *Journal of Politiycal Economy*, 99.
- Romer P. (1990), "Endogenous Technological Change", en *Journal of Political Economic*, v. 98, n. 5.